

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-349713

(43)Date of publication of application : 15.12.2000

(51)Int.Cl. H04B 10/152

H04B 10/142

H04B 10/04

H04B 10/06

G02B 6/122

H04B 10/14

(21)Application number : 11-156353

(71)Applicant : HITACHI CABLE LTD

(22)Date of filing : 03.06.1999

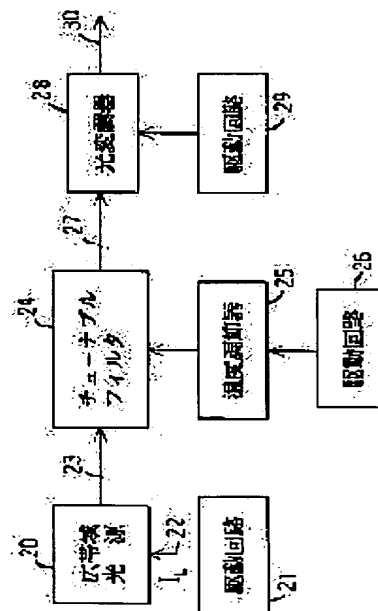
(72)Inventor : IMOTO KATSUYUKI

## (54) WAVELENGTH VARIABLE TYPE OPTICAL TRANSMITTER

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain a wavelength variable type optical transmitter that can select signal light with an optional wavelength and can transmit the selected signal light that is optically modulated.

SOLUTION: This wavelength variable type optical transmitter uses a tunable filter 24 to select light with a desired wavelength among lights with a broad wavelength band emitted from a broadband light source 20, an optical modulator 28 modulates the selected light with the selected wavelength and transmits a modulated information signal. Thus, the transmitter can transmit the information signal by using the wavelength requested by a receiver side. Since this wavelength variable type optical transmitter can select the optional wavelength and transmits the signal with the selected wavelength, problems such as deterioration due to crosstalk and the deterioration in communication quality are hardly caused. Since each optical transmitter transmits information by a different light with the different wavelength assigned differently to each optical transmitter, the secrecy of information can be maintained.



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2000-349713  
(P2000-349713A)

(43) 公開日 平成12年12月15日 (2000. 12. 15)

| (51) Int.Cl. <sup>7</sup> | 識別記号 | F I          | テームコード* (参考) |
|---------------------------|------|--------------|--------------|
| H 0 4 B 10/152            |      | H 0 4 B 9/00 | L 2 H 0 4 7  |
| 10/142                    |      | G 0 2 B 6/12 | A 5 K 0 0 2  |
| 10/04                     |      | H 0 4 B 9/00 | S            |
| 10/06                     |      |              |              |
| G 0 2 B 6/122             |      |              |              |

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平11-156353  
(22) 出願日 平成11年 6 月 3 日 (1999. 6. 3)

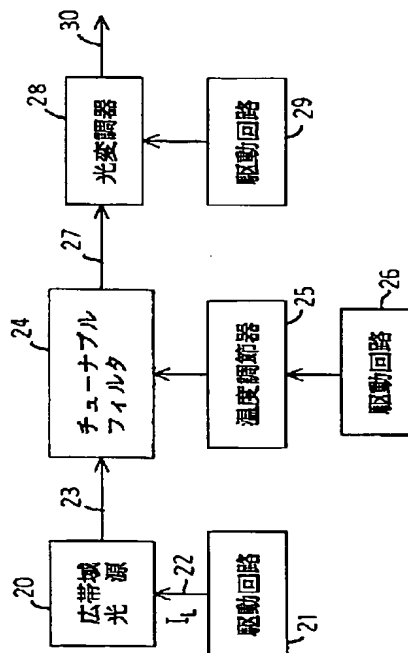
(71) 出願人 000005120  
日立電線株式会社  
東京都千代田区大手町一丁目 6 番 1 号  
(72) 発明者 井本 克之  
茨城県日立市日高町 5 丁目 1 番 1 号 日立  
電線株式会社オプトロシステム研究所内  
(74) 代理人 100068021  
弁理士 網谷 信雄  
F ターム (参考) 2H047 KA13 LA18 LA19 QA02 RA00  
TA12  
5K002 AA01 AA02 BA02 BA05 BA13  
BA21 CA05 CA11

(54) 【発明の名称】 波長可変型光送信器

(57) 【要約】

【課題】 任意の波長の信号光を選択することができ、その選択された信号光を光変調して送出することができる波長可変型光送信器を提供する。

【解決手段】 本波長可変型光送信器は、広帯域光源 20 から出射された広い波長帯域の中からチューナブルフィルタ 24 によって所望の波長の光を選択し、選択された波長の光を光変調器 28 で変調して情報信号を送ることができるので、受信側のリクエストしてきた波長を用いて情報信号を送信することができる。本波長可変型光送信器は、任意の波長を選択して送信することができるので、クロストークの劣化、通信品質の劣化等の問題が生じにくく、それぞれの光送信器にそれぞれ異なった波長の光を割り当てて情報伝送することができるので、情報の秘匿性を保つことができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 広帯域光源と、該広帯域光源の出射光から所望波長の光を選択的に取り出すチューナブルフィルタと、上記所望波長の光を変調して変調信号光を出力する光変調器とを備えたことを特徴とする波長可変型光送信器。

【請求項 2】 広帯域光源と、該広帯域光源の光から所望波長の光を選択的に取り出すチューナブルフィルタと、上記所望波長の出射光を変調して変調信号光を出力する光変調器と、上記チューナブルフィルタの選択波長を調節する調節手段と、上記光変調器から変調信号光の一部を取り出す光タップ回路と、該光タップ回路で取り出された変調信号光と基準波長とを比較し、出力信号を上記調節手段にフィードバックして選択した所望波長を一定に制御する波長モニタ回路とを備えたことを特徴とする波長可変型光送信器。

【請求項 3】 広帯域光源と、該広帯域光源からの出射光から所望波長の光を選択的に取り出す少なくとも二つのチューナブルフィルタと、上記所望波長の光をそれぞれ変調して変調信号光を出力する少なくとも二つの光変調器と、両光変調器からの変調信号光を合波する光合波器とを備えたことを特徴とする波長可変型光送信器。

【請求項 4】 上記チューナブルフィルタが、ファイバ型あるいは導波路型のグレーティングフィルタである請求項 1 から 3 のいずれかに記載の波長可変型光送信器。

【請求項 5】 上記広帯域光源が、インコヒーレントな光を出射する光源である請求項 1 から 4 のいずれかに記載の波長可変型光送信器。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、波長可変型光送信器に関する。

【0002】

【従来の技術】 マルチメディアの普及に伴い、幹線系、アクセス系、データコム等で情報伝送が急増しており、大規模な波長多重光通信システムの実現が望まれている。このシステムを実現する上でのキーデバイスの一つに、波長可変型光送信器があるがまだ実現されていない。

【0003】 図 7 は従来の波長固定型波長多重用光送信器を示すブロック図である。

【0004】 この波長固定型波長多重用光送信器は、広帯域光源 40 を駆動回路（図示せず。）からの電流  $I_L$  を供給して動作させることにより、広帯域な光スペクトル分布を有する光 42 を出射して光分波器 43 へ入力させる。光分波器 43 では所望の波長  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  の信号光 44-1 ~ 44-n を分波して取り出し、各波長  $\lambda_1 \sim \lambda_n$  の信号光 44-1 ~ 44-n を光変調器アレイ 45 の中に構成されている各光変調器へそれぞれ入力させる。各光変調器には逆バイアス電圧  $-V_m$  が印加されて

いる。各光変調器で変調された信号光 47-1 ~ 47-n は  $n$  入力 1 出力の光合波器 48 の各入力端に入力され、光合波器 48 で合波されて信号光 49 として取り出され、光増幅器 50 に入力される。この光増幅器 50 は、駆動回路（図示せず。）から電流  $I_k$  が注入されると、光変調及び波長多重された信号光 49 を光増幅し、増幅された信号光 52 を光伝送路を通して光受信器（図示せず。）へ伝送する。

【0005】 図 8 は従来の波長可変光源の構成図である。

【0006】 この波長可変光源は、比較的帯域の広い（図 7 に示した光送信器の広帯域光源よりは狭い）半導体発光素子 53 と光スイッチ 60 とで構成されている。この波長可変光源は半導体発光素子 53 から出射した光を一方（図では上側）の光ファイバ 55-1 内に伝搬させ、その伝搬光を、種々の波長  $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \dots$  の光を反射するグレーティングファイバ 56-1 ~ 56-4 のいずれかに入力することにより、外部共振器が構成されて所望の波長  $\lambda_1 \sim \lambda_4$  の光を光ファイバ 57-1 ~ 57-4 から出射させ、他方（図では下側）の光ファイバ 55-2 内へ入力するようにしたものである。出力光は矢印 58 方向に出射される。

【0007】 ここで、矢印 58 方向に進む光の波長は、光ファイバ 55-1 及び光ファイバ 55-2 を所望間隔で固定している固定台 54 を、矢印 59-1、59-2 方向へ移動することによって選択することができる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、任意の波長の信号光を光変調して送出することができる波長可変型光送信器はまだ報告されていない。

【0009】 そこで、本発明の目的は、上記課題を解決し、任意の波長の信号光を選択することができ、その選択された信号光を光変調して送出することができる波長可変型光送信器を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するために本発明の波長可変型光送信器は、広帯域光源と、広帯域光源の出射光から所望波長の光を選択的に取り出すチューナブルフィルタと、所望波長の光を変調して変調信号光を出力する光変調器とを備えたものである。

【0011】 本発明の波長可変型光送信器は、広帯域光源と、広帯域光源の出射光から所望波長の光を選択的に取り出すチューナブルフィルタと、所望波長の光を変調して変調信号光を出力する光変調器と、チューナブルフィルタの選択波長を調節する調節手段と、光変調器から変調信号光の一部を取り出す光タップ回路と、光タップ回路で取り出された変調信号光と基準波長とを比較し、出力信号を調節手段にフィードバックして選択した所望波長を一定に制御する波長モニタ回路とを備えたものである。

【0012】本発明の波長可変型光送信器は、広帯域光源と、広帯域光源からの出射光から所望波長の光を選択的に取り出す少なくとも二つのチューナブルフィルタと、所望波長の光をそれぞれ変調して変調信号光を出力する少なくとも二つの光変調器と、両光変調器からの変調信号光を合波する光合波器とを備えたものである。

【0013】上記構成に加え本発明の波長可変型光送信器は、チューナブルフィルタが、ファイバ型あるいは導波路型のグレーティングフィルタであってもよい。

【0014】上記構成に加え本発明の波長可変型光送信器は、広帯域光源が、インコヒーレントな光を出射する光源であるのが好ましい。

【0015】本発明によれば、広帯域光源から出射された広い波長帯域の光の中からチューナブルフィルタによって所望の波長の光を選択し、選択された波長の光を光変調器で変調して情報信号を送ることができるので、受信側のリクエストしてきた波長を用いて情報信号を送信することができる。また、本波長可変型光送信器は、任意の波長を選択して送信することができるので、クロストークの劣化、通信品質の劣化等の問題が生じにくく、それぞれの光送信器にそれぞれ異なった波長の光を割り当てて情報伝送することができるので、情報の秘匿性を保つことができる。

【0016】本発明によれば、選択された波長を一定に制御する場合には、通信品質の劣化が生じにくい。また、他の光送信器からの信号光とのクロストークの劣化がない。さらに、非常に狭い波長間隔で波長を有効利用して情報伝送を行うことができる。

【0017】本発明によれば、チューナブルフィルタとして、中程度の波長可変範囲を有するものを用いることによって、より安価な光送信器を実現することができる。

【0018】本発明によれば、波長を容易に変えることができ、かつより広い範囲にわたって波長を変えることができるチューナブルフィルタを用いることによって、より高性能な波長可変型光送信器を実現することができる。

【0019】本発明によれば、インコヒーレントな光を出射する光源を用いることによって、広い帯域特性を有する光源を提供することができる。この結果、より広い波長域から波長を選択することができる。また、広帯域光源は高出力特性を有しているので、長距離伝送を行うことができ、さらに、光変調器やチューナブルフィルタ等の光部品の光損失分を補えるため、結果的により安価な光部品で構成することができる。

#### 【0020】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態を添付図面に基いて詳述する。

【0021】図1は本発明の波長可変型光送信器の一実施の形態を示すブロック図である。

【0022】この光送信器は、広い波長域の中から所望の波長の信号光を選択し、その信号光を光変調器で変調して送出するものであり、広帯域光源20と、広帯域光源20を駆動する駆動回路21と、広帯域光源20から出射された光から所望波長の光を選択的に取り出すチューナブルフィルタ24と、チューナブルフィルタ24の温度を調節する温度調節器25と、温度調節器25を駆動する駆動回路26と、チューナブルフィルタ24で選択された光を変調して変調信号光を出力する光変調器28と、光変調器28を駆動する駆動回路29とで構成されている。

【0023】広帯域光源20は、駆動回路21により電流 $I_L$ が注入されることによって非常に広い波長域(30nm以上)にわたり高出力の光23を出射するものである(この広帯域光源20については後で詳しく説明する。)

【0024】広帯域光源20から出射された光23はチューナブルフィルタ24に入力される。このチューナブルフィルタ24は次のような構成のものを用いることができる。

【0025】(1)ファイバグレーティングフィルタを用い、このフィルタにヒータを取り付けてそのヒータの温度を調節することにより、中心波長を可変する構成。この構成によれば、中心波長を0.05nm/°Cから0.1nm/°Cの範囲で変えることができる。

【0026】(2)ファイバグレーティングを石英板やセラミックス板等の板状部材に接着剤で固定し、この板状部材を曲げてファイバグレーティングに張力を加えることにより、中心波長を調節する構成。この構成によれば、例えば0.01nm/g~0.04nm/gの範囲で中心波長を変えることができる。

【0027】(3)ファイバグレーティングの代わりに導波路構造のグレーティングを用いる構成。

【0028】(4)干渉膜フィルタを用い、その干渉膜フィルタへの信号光の入射角を調節することによって中心波長を変える構成。

【0029】(5)導波路型マッハツェンダ回路を多段にしてフィルタを形成し、そのフィルタにヒータを取り付けてヒータの温度を調節することにより、中心波長を変える構成。

【0030】図1に示した波長可変型光送信器は、チューナブルフィルタ24の中心波長はそのチューナブルフィルタ24に取り付けたヒータへの温度調節器25を駆動回路26で操作することによって選択される。その結果、チューナブルフィルタ24の出力端には所望の波長の信号光27が取り出され、光変調器28に入力される。光変調器28は駆動回路29によって駆動される。その結果、光変調器28から変調された変調信号光30が出力される。このような構成において、いずれの波長を選択するかは、受信側からのリクエスト、送信側の意

思等によって決めることができる。

【0031】図2は本発明の波長可変型光送信器の他の実施の形態を示すブロック図である。

【0032】図1に示した実施の形態との相違点は、温度調節器25の代わりに外力調節器32を用いた点である。

【0033】この波長可変型光送信器は、チューナブルフィルタとしてチューナブルグレーティングフィルタ

(ファイバ型あるいは導波路型) 31を用い、そのチューナブルグレーティングフィルタ31に前述したように外力調節器32で外力を調節することによって中心波長を変える。この外力調節器32は駆動回路33で操作される。

【0034】図3は本発明の波長可変型光送信器の他の実施の形態を示すブロック図である。

【0035】図1に示した実施の形態との相違点は、変調信号光の一部を取り出し、その取り出された変調信号光と基準波長とを比較し、出力信号を調節手段にフィードバックして選択した所望波長を一定に制御する点である。

【0036】この波長可変型光送信器は、広帯域光源20と、広帯域光源20から出射された光から所望波長の光を選択的に取り出すチューナブルフィルタ24と、所望波長の光を変調して変調信号光を出力する光変調器28と、光変調器28を駆動する駆動回路29と、チューナブルフィルタ24の選択波長を調節する調節手段と、光変調器28から変調信号光の一部を取り出す光タップ回路34と、光タップ回路34で取り出された変調信号光と基準波長とを比較し、出力信号を調節手段にフィードバックして選択した所望波長を一定に制御する波長モニタ回路36とで構成されている。調節手段は温度調節器25と、温度調節器を駆動する駆動回路26とで構成されている。

【0037】この波長可変型光送信器は、光変調器28から出力された変調信号光30を光タップ回路34に入力させて変調信号光37を出力すると共に、その一部の信号光35を波長モニタ回路36に入力させる。なお、この波長モニタ回路36は、通常の回路が用いられる。波長モニタ回路36では取り出された信号光と、予め定められた基準の波長の信号光とを比較する。比較した結果、波長が異なっている場合には波長モニタ回路36の出力に誤差信号が発生し、駆動回路26へ送られる。駆動回路26では誤差信号に応じて温度調節器25を操作し、チューナブルフィルタ24から出力される信号光の波長が予め定められた基準の波長と一致するように温度が調節される。

【0038】なお、図3において、光タップ回路34はチューナブルフィルタ24と光変調器28との間に設けて中心波長をフィードバック制御するようにしてもよい。

【0039】図4は本発明の波長可変型光送信器の他の実施の形態を示すブロック図である。

【0040】図1に示した実施の形態との相違点は、主に広帯域光源から出射された光から所望波長の光を選択的に取り出す二つのチューナブルフィルタと、所望波長の光をそれぞれ変調して変調信号光を出力する二つの光変調器と、両光変調器からの変調信号光を合波する光合波器とで構成された点である。

【0041】本波長可変型光送信器は、二つの波長帯の光を出射する広帯域光源200と、二つの駆動回路21-1、21-2とを用いて二つの波長の光を出射し、一方の光23-1を一方のチューナブルフィルタ24-1で、例えば波長 $\lambda_1$ の信号光を選択して一方の光変調器28-1へ入力して変調信号光30-1を取り出し、他方の光23-2をチューナブルフィルタ24-2で波長 $\lambda_1$ とは異なる波長、例えば波長 $\lambda_2$ の信号光を選択して光変調器28-2へ入力して変調信号光30-2を取り出し、これら二つ変調信号光30-1、30-2を光合波器38で合波して変調信号光39を出力するようにしたものである。

【0042】波長可変型光送信器は、このような構成を用いることにより、チューナブルフィルタ24-1、24-2は広い波長範囲にわたって中心波長を変えられるようなものを用いなくてもよい。例えば、1.5 $\mu\text{m}$ 帯の波長域を用いると、チューナブルフィルタ24-1は1.525 $\mu\text{m}$ から1.545 $\mu\text{m}$ の範囲を可変にし、チューナブルフィルタ24-2は1.546 $\mu\text{m}$ から1.565 $\mu\text{m}$ の範囲を可変にするように分担することができる。

【0043】図5(a)は本発明の波長可変型光送信器に用いられる広帯域光源の平面図、図5(b)は図5(a)の左側面図、図5(c)は図5(a)の右側面図、図5(d)は図5(a)のA-A線断面図である。

【0044】この広帯域光源は、波長1.5 $\mu\text{m}$ 帯用の光源であり、裏面に下面電極8を有する $\text{n}^+$ 型InP基板1の基板表面にスラブ状の $\text{n}$ 型InP下部クラッド層2、InGaAsP活性層(以下「活性層」という。)3及び $\text{p}$ 型InP上部第1クラッド層(以下「上部第1クラッド層」という。)4が順次積層されており、その上部第1クラッド層4の上に略矩形断面形状の $\text{p}$ 型InP上部第2クラッド層(以下「上部第2クラッド層」という。)5及びInGaAsPコンタクト層(以下「コンタクト層」という。)6が順次形成されて積層体が構成されている。

【0045】略矩形断面形状の上部第2クラッド層5、コンタクト層6の側面及び上部第1クラッド層4の露出した上面に $\text{SiO}_2$ 層13、ポリマ層(ポリイミド層)14が順次形成されている。上部電極7は略矩形断面形状のコンタクト層6の上に形成されている。積層体の両端面10、11には無反射コーティング層12-1、1

2-2が形成されている。上部第2クラッド層5、コンタクト層6及び上部電極7は、その幅が略同一、かつ同一パターン状に形成されており、一方の端面（図では左側の端面）10側の上部電極7を一方の端面の近傍で途切れるようにして非励起の吸収領域18が構成され、その吸収領域18の後（図では右側）に同一幅 $W_i$ で長さ $L_i$ の領域15を有し、その後他方の端面（図では右側の端面）11まで幅がテーパー状に広がり、他端で幅 $W_o$ 、長さ $L_o$ の領域16を有するように構成されている。

【0046】この光源は、端子9に電流 $I_L$ を注入すると、上部第2クラッド層5の略真下の活性層3の各領域で自然放光が発生する。領域15の活性層3内で発生した自然放光は上部第2クラッド層5の略矩形断面形状によって略真下の活性層3内を導波されて伝搬するが、伝搬と共に誘導放出によって増幅される。自然放光は長さ $L_o$ の領域16を伝搬すると非常に高い光出力となって他方の端面11から矢印17方向に出射される。

【0047】ここで、領域16では光が伝搬するにつれてテーパー状に広がるので、出射端ではパワー密度が低減し、利得飽和を抑制するように作用する。両端面10、11には無反射コーティング層12-1、12-2が形成されているので、端面10、11からの反射によるレーザ発振を抑えることができ、矢印17方向にはインコヒーレントな光を出射させることができる。

【0048】なお、両端面10、11を斜めに形成（ $\theta: 2 \sim 10^\circ$ ）しておけば、レーザ発振を略「0」に抑えることができる。

【0049】この構成では、電流 $I_L$ の値を増大させることにより、光出力を増大させることができる。光源の広帯域化に関しては、活性層3を多重量子井戸構造で形成することにより、実現することができる。例えば、井戸層の厚さを異ならせた不均一量子井戸構造を用いればよい。具体例としては、多重量子井戸構造として7周期構造を用いると、7周期構造の井戸層（膜厚約2~7nm、InGaAs層）と、バリア層（膜厚約8nm、InGaAsP層）の井戸層の厚さを順次7nmから2nmに変えた層で形成すると、広帯域化を図ることができる。

【0050】図6（a）は図4に示した波長可変型光送信器に用いられる広帯域光源の平面図、図6（b）は図6（a）の左側面図、図6（c）は図6（a）の右側面図、図6（d）は図6（a）のB-B線断面図である。

【0051】この広帯域光源は、二つの光を取り出すための光源である。すなわち、略矩形断面形状の上部第2クラッド層5-1、5-2、コンタクト層6-1、6-2及び上部電極7-1、7-2を、一方の端面10から他方の端面11に向かって二つ並列に分離して設けた構造となっている。このように二つ並列に設けることによ

り、インコヒーレントな光を矢印17-1、17-2方向に出射することができる。端子9-1、9-2へ注入する電流 $I_{L1}$ 、 $I_{L2}$ を独立に調節することによって光出力と帯域特性とを制御することができる。なお、12-2a、12-2bは無反射コーティング層である。この広帯域光源はさらに二つ以上の光を取り出すようにしてもよい。

【0052】本発明は上記実施の形態に限定されない。まず、広帯域光源として、図5（a）~（d）、及び図6（a）~（d）に示したようなインコヒーレントな光を出射するスーパールミネッセントダイオード以外に、発光ダイオード等を用いてもよい。また、チューナブルフィルタの中心波長を調節する方法として、外力を加えた状態で温度を変化させて中心波長を調節するようにしてもよく、これとは逆に温度を所定の値に保っておき外力を変化させて中心波長を調節するようにしてもよい。波長帯は1.5 $\mu$ m帯に限らず1.3 $\mu$ m帯あるいはそれよりも短波長帯を用いてもよい。すなわち、広帯域光源はInP系基板以外にGaAs系基板を用いて形成してもよい。

【0053】以上本発明によれば

(1) 任意の波長を選択して情報信号を送信することができる。

【0054】(2) 受信側のリクエストに応じて波長を選択して送信することができる。

【0055】(3) クロストークや通信品質の劣化が生じにくい。

【0056】(4) 各光送信器にそれぞれ異なった波長の信号光を割当て情報信号を送信することができるので、情報の秘匿性を保つことができる。

【0057】(5) 選択した波長を一定に制御することができるので、通信品質の劣化が生じにくい。

【0058】(6) 非常に広い波長域の中から所望の波長の信号光を選択し、その信号光を搬送波として情報信号を載せて伝送することができる。

【0059】(7) 安価な光送信器を提供することができる。

【0060】(8) 高出力の光送信器を提供することができる。

【0061】

【発明の効果】以上要するに本発明によれば、次のような優れた効果を発揮する。

【0062】任意の波長の信号光を選択することができる、その選択された信号光を光変調して送出することができる波長可変型光送信器の提供を実現することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の波長可変型光送信器の一実施の形態を示すブロック図である。

【図2】本発明の波長可変型光送信器の他の実施の形態

を示すブロック図である。

【図3】本発明の波長可変型光送信器の他の実施の形態を示すブロック図である。

【図4】本発明の波長可変型光送信器の他の実施の形態を示すブロック図である。

【図5】(a)は本発明の波長可変型光送信器に用いられる広帯域光源の平面図、(b)は(a)の左側面図、(c)は(a)の右側面図、(d)は(a)のA-A線断面図である。

【図6】(a)は図4に示した波長可変型光送信器に用いられる広帯域光源の平面図、(b)は(a)の左側面

図、(c)は(a)の右側面図、(d)は(a)のB-B線断面図である。

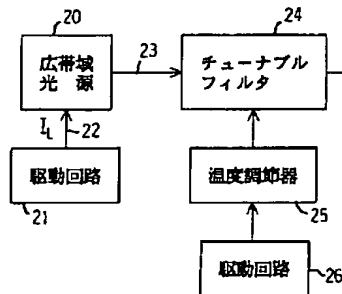
【図7】従来の波長固定型波長多重用光送信器を示すブロック図である。

【図8】従来の波長可変光源の構成図である。

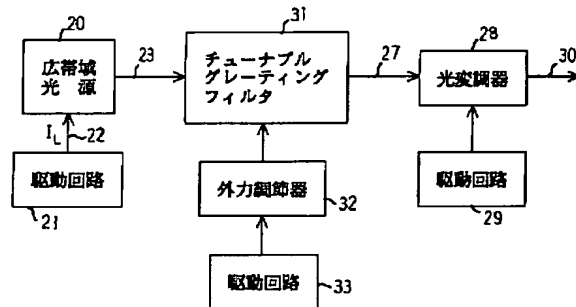
【符号の説明】

- 20 広帯域光源
- 21、26、29 駆動回路
- 24 チューナブルフィルタ
- 25 温度調節器
- 28 光変調器

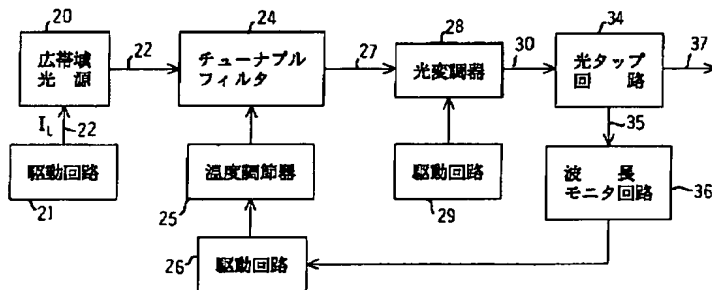
【図1】



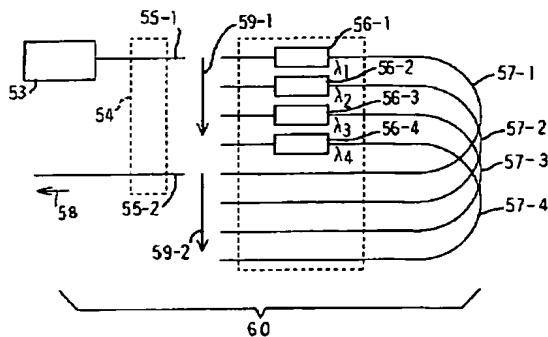
【図2】



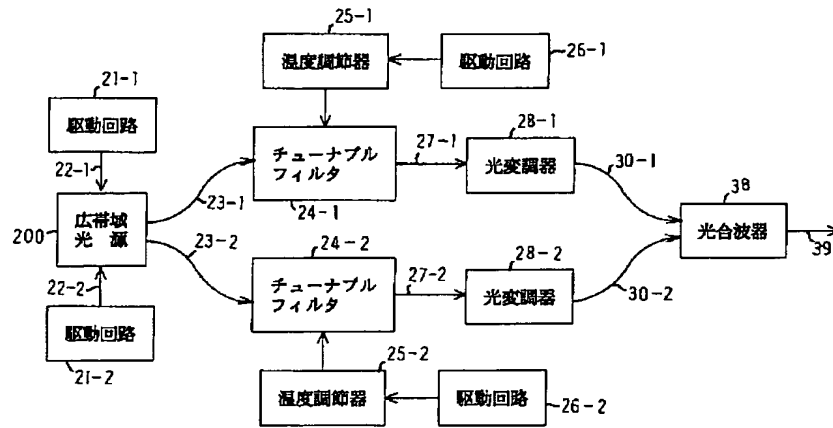
【図3】



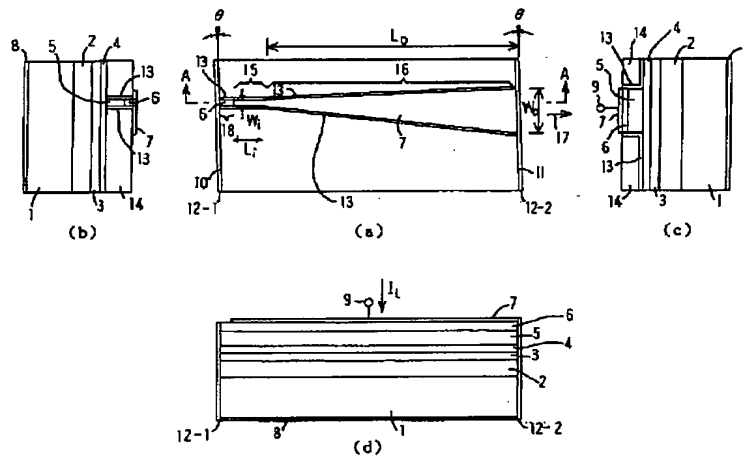
【図8】



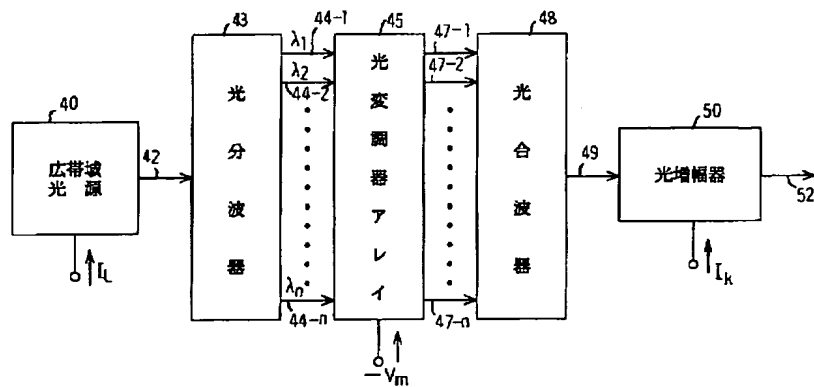
【図4】



【図5】

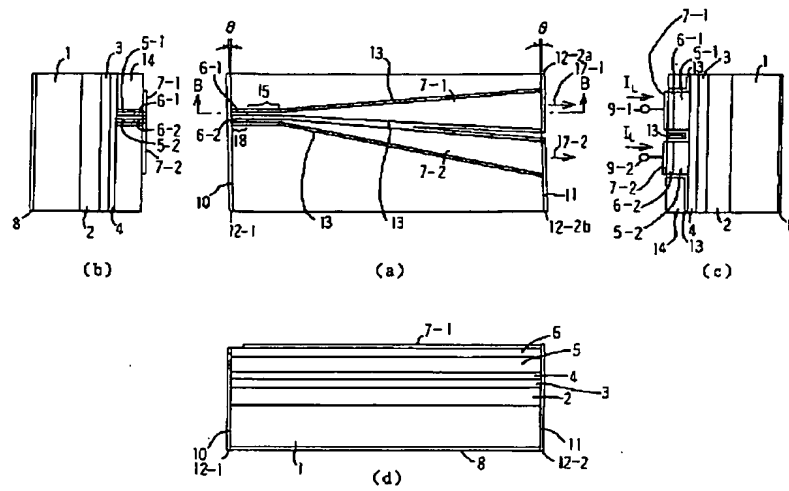


【図7】





【図6】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7

H 0 4 B 10/14

識別記号

F I

テマコード (参考)